臺灣警察專科學校警專學報，民國 104.10
第六卷第二期：77-107 頁

火災人命傷亡之影響因素分析——羅吉斯迴歸之應用

Analysis of Influencing Factors on Life Casualties in Fires-Application of Logistic Regression

謝濠光　　林元祥　　盧鏡臣[1]

Hao-Kuang Shieh　Yuan-Shang Lin　Jing-Chein Lu

摘要

本研究以 2010~2012 年間建築物火災災例之調查研究為基礎，藉由消防人員與受災戶所填答之問卷，彙整、測量與分析建築物火災人命傷亡之影響因素。運用因素分析、信度分析、相關分析、羅吉斯迴歸分析等統計方法，概念化人員特性、建築物特性、平時消防戰力、初期動作、火勢發展與避難逃生、消防搶救條件等變項與其調查後，進行變項或因素之間的分析，篩選出影響建築物火災人命傷亡的主要因素，並分析建築物在不同危險情境下火災人命傷亡之機率比值，研究發現影響火災人命傷亡最顯著之因素依序為現場中有行動不便者、長期服藥者與逃生困難度，最後就建築物火災人命傷亡對相關機關提出建議參考。

關鍵字：人命傷亡、逃生困難度、羅吉斯迴歸、機率比值

Abstract

Based on the investigations ofreal building fire cases from 2010 to 2012, this study collects, measures, and analyzes the factors of life casualties by performing questionnaire survey from both fire-hit families and firemen.Variables such as occupant characteristics, building characteristics, the fire power in peacetime, the initial reactions, fire spread and evacuation, fire rescue conditions, are first conceptualized by using the statistical methods such as factor analysis and reliability analysis, and then analyzed by t-test, correlation analysis, regression analysis and discriminant analysis, impact of the key factors to fire

[1] 謝濠光，中央警察大學消防科學研究所畢業，現任職於南投縣政府消防局；通訊作者：林元祥，美國杜克大學土木與環境工程博士，現任中央警察大學防災所教授；盧鏡臣，美國德州農工大學都市及區域科學博士，現任中央警察大學防災所助理教授。本文為行政院國科會補助研究（計劃編號為 102-2410-H-015-014-）之一部份，在此特表感謝。

casualties are filtered out. Finally, the odds ratio of building life casualties under different dangerous scenarios is estimated. Results show that disabled people in the fire-hit house has most significant impact on life casualty and is followed by long-term medicine takers and degree of evacuation difficulty.Recommendations and reference on controlling life casualties in building fires to jurisdiction authority are made.

Key words: life casualties,difficulty of fire egress, logistic regression, odds ratio

壹、前言

台灣地區過去 50 年來由於追求經濟成長，造成土地高效率使用，有效外部空間銳減，建築物居住環境危險性增加。綜觀 2001-2011 年，國內建築物火災次數皆為各類火災之冠，每年建築物火災均占所有火災總次數 50%以上（大部分介於 50%-60%），民國 100 年建築物火災占所有火災比例是 10 年來（2001-2011）之最高為 70.5%（內政部消防署，消防白皮書（101 年版）），2013 年建築物火災占所有火災比例為 75.2%，再次增高（http://www.nfa.gov.tw/Uploads/1/103 年火災統計分析.pdf， http://www.nfa.gov.tw/flippingbook/index.aspx?EBID=550 ）；上述 2001-2011 間各類建築物火災[2]又以獨立住宅火災占第 1 位，集合住宅火災次之；另，細算消防署火災統計，可知住宅用途建築物（含獨立住宅與集合住宅建築物）火警占建築物火警的比例，又常以超過六成的高占有率獨占各類建築物火災鰲頭。早期的國外資料顯示類似趨勢，如：美國亦有類似的統計，住宅火警占建築物火警的 70.8%，統計資料也顯示死於火災之民眾有 81%是死於住宅類型用途的火災（Waters John R., 1999）；以日本而言，住宅火災占建築物火災的 70%，而建築物火災之死亡者，有 90%是發生於住宅（潘國雄，1995）。可見建築物火災人命風險問題的嚴重性，是吾人必須加以重視的課題。

本文針對與吾人平時居家關係密切的住宅火災人命安全，希冀能透過火災災例的實證調查，研究住宅建築物火災影響人命安全的因子為何？是否有一些可用以解釋住宅建築物火災人命損失的共同因子？影響因子的權重又為何？

貳、文獻回顧與研究架構

[2] 目前建築物火災統計種類又區分為獨立住宅、集合住宅、辦公建築、商業建築、複合建築、倉庫、工廠、寺廟、其他等，請參閱 http://www.nfa.gov.tw/Uploads/1/103 年火災統計分析.pdf。

一、文獻回顧

火災人命傷亡的影響要因相當多元且複雜，因為不確定性因子來源廣泛，且研究的方法也很難達到完全成熟或正確的地步。消防學界長期以來一直很關注火災風險或危險度評估等相關課題，在結合災例與運用統計方法進行人命傷亡評估方面，已找出一些影響因子，並累積一些初步成果（呂和樹，2000；林元祥，2000；黃建華，2002；Lin, Yuan-Shang, 2004；林元祥，2007）。

綜觀影響建築物火災人命危險之因素，火災發生前、火災發生當時現場人員屬性（從事的活動及反應）、火勢發展、消防力介入與建築物之間的互動關係等各個面向，各有其影響因素。這些因素至少包括下列：

（一）人員特性，例如：住戶平時（火災發生前）的防火知識（黃建華，2002）、防火習慣（黃建華等人，2005）、火源管理（黃建華，2002；Huang Yao-bo, et al., 2011；陳政維，2014）及平時居家人員屬性（呂和樹，2000；Austin and Ofodike, 2013）；

（二）建築物特性方面的因素，例如：消防搶救環境（潘德倉，1996；Chu Guanquan, et al., 2012）、建築物消防設備維護（黃建華等人，2005；Philip, 2013）、建築物逃生通道狀況（李立成，1998）及建築結構（林元祥，2003；Hao Cheng, et al., 2009）等；

（三）平時消防戰力的整備與維護情形，例如：平時訓練（柯志明等人，2011）、平時分隊救災裝備器材（黃古彬等人，2009）及平時水源維護（張冠吾等人，2003）；

（四）火災發生當時初期動作，例如：居民初期滅火行動（滅火手冊，1988；Paul and Iain, 2015）與消防設備初期運作狀態（東京消防廳，1983；Hasofer A. M., et al., 2007；趙育德，2011）；

（五）火災發展及避難逃生，例如：逃生安全性（林元祥，2007）、逃生困難度（林元祥，2007）、火災延燒（劉彩鑫氏，2001）等；

（六）消防搶救條件，例如：投入救災人力與消防供水（Stefan Sardqvist, et al., 2000；劉彩鑫，2001；Paul and Iain, 2015）、消防人員救災技術（熊光華氏，1999；Hasofer A. M., et al., 2007）、消防戰術（熊光華氏，1999；Daniela Hanea, Ben Ale, 2008）與出動之救災人力及車輛資源（Daniela Hanea, Ben Ale, 2008）等。

此外還有其他未知的或無法量化的因素，是目前研究人員尚無法掌握的。

上述有關之國內外各項研究，或許對本研究所擬架構各個框架（概念）做了

細部之探討，然而本文則是嘗試將這些影響因素做一系統性的整合，分析其間關係。因此，本文在回顧上述有關火災人命損失影響因子之後，除了以前述概念（人員特性等）為基礎建構基本理論假設架構外，也嘗試增加各主要概念下更多分量（或子概念）的測量，以拓展研究的廣度，期望能有別於國內目前現有的研究成果（呂和樹，2000；林元祥，2000；黃建華，2002；Lin, Yuan-Shang, 2004；林元祥，2007）。值得一提的是，本文有關文獻回顧或概念測量均是在這些基礎上進行或改良的。

二、研究架構

上述文獻所示諸多因素對火災人命傷亡的影響到底如何?有必要進行實證研究加以檢驗，經由整合國內、外有關影響火災人命傷亡主要因素的研究文獻，依火災發生之時序，研擬出解釋火災人命危險之基本理論假設架構，如圖 1 所示。

從圖 1 之架構可以得知，本研究假設住戶有較多的防火知識，良好之防火習慣和火源管理，會降低火災人命傷亡危險；建築物消防搶救條件、消防安全設備管理維護、逃生通道狀況、建築結構愈好，會降低火災人命傷亡危險度；餘類推。圖 1 中單箭頭指向處，係假設前一因子對箭頭所指之變項可能有影響；雙箭頭則表示箭頭指向之兩者可能互相影響，至於真正情形則須蒐集實際火災災例加以檢驗後才得以了解，而這也是本研究最主要的目的之一。

本文預期達到之目的，列述如下：

（一）拓展研究的廣度：本研究從建築物內部的與外在的影響因素，及從火災發生前與火災發生時等各個角度著手，期望盡可能地挖掘影響建築物火災人命傷亡各面向的因素，以擴大探討之廣度，並嘗試改善火災人命危險影響因素的測量。

（二）歸納影響建築物火災人命危險因素：從文獻理論及真實的火災災例中，發掘建築物火災問題的特性，篩選出建築物火災危險之影響因素，檢驗各因素之間及其與火災人命危險之關聯性。

（三）建立人命危險預測解釋模式：本研究希望結合學理與實證，藉災例分析，篩選對火災人命危險解釋力較佳的影響變項，建立建築物火災人命危險的預測模式，藉此預測不同情境組合下人命危險之機率比值，以了解火災發生時具某種情境下的人命傷亡危險，期望對國內建築物火災造成的人命危險控制方面，提供一些研究發現與建言。

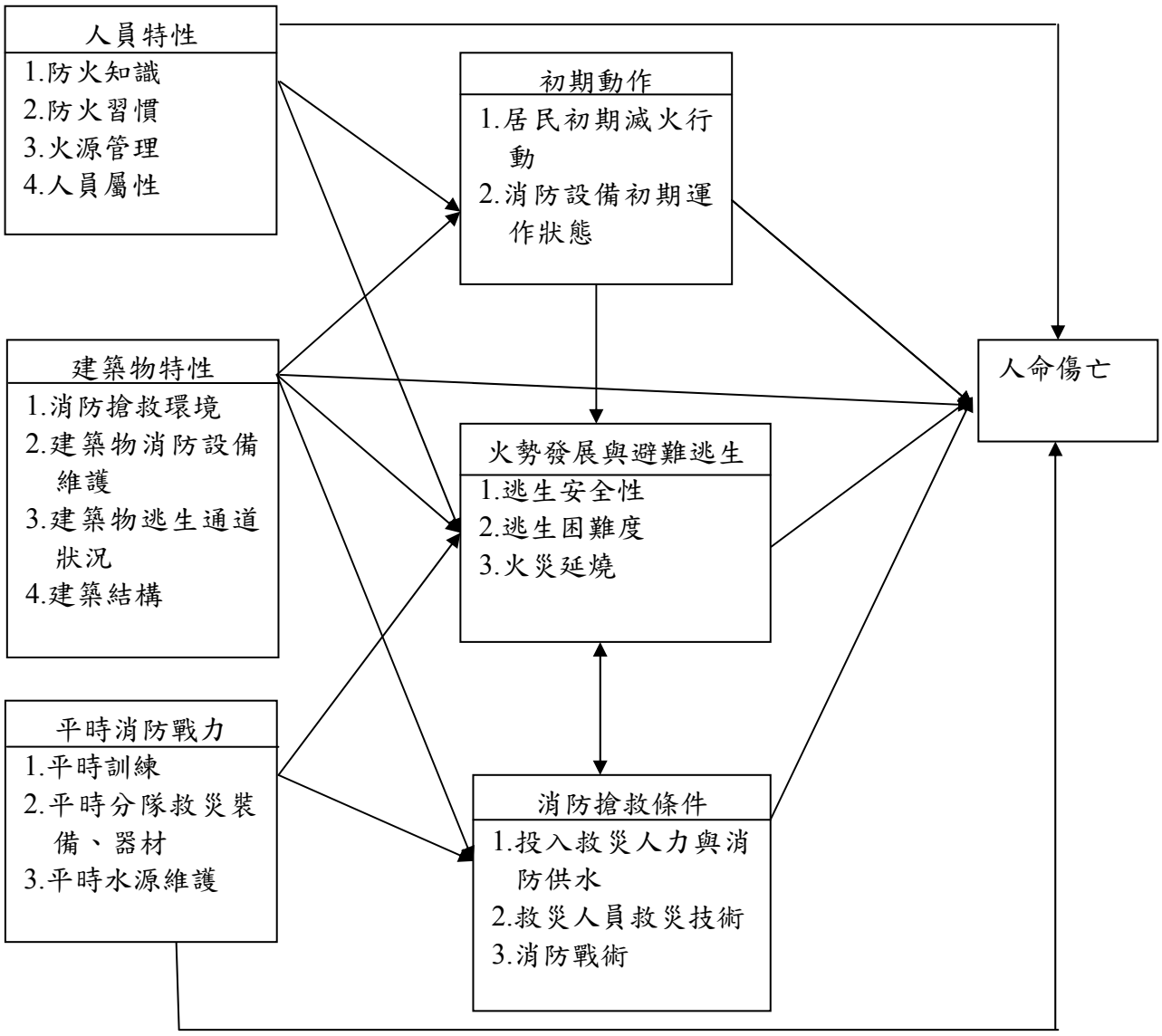


圖 1　研究概念架構圖

參、研究設計及概念量測

本研究問卷主要分成兩部份，一部份主要針對發生火災之受災戶之戶主或其關係人填寫，另一部份則交由消防局火調人員或分隊實際出勤救災隊員填寫。由於轄區消防隊員對轄區曾發生火災之住戶了解程度較高，因此本調查以消防分隊隊員為主並協請其發送本問卷至受災戶家中填答，並告知作答民眾回收日期以利順利回收。對於樣本來源地區的選取，係以較能提供調查訪問協助的縣市為考量，

共選取台北市、新北市、桃園縣、苗栗縣、台中市、南投縣、台南市、高雄市、澎湖縣及基隆市等十個縣市做為樣本之來源地區。所有的調查工作均透過這些縣市之各個消防單位轄區消防隊員，為求問卷作答之正確性，在取得住戶同意後，即交付問卷予災戶進行調查，俟問卷完成調查後再收回。災戶訪談不容易，問卷施作之過程也很辛苦，回收結果雖未臻完美，但尚可接受。本研究總共回收問卷480件,其中有效問卷298件,無效問卷共182件,(有效)問卷回收比例為62.08%，問卷調查樣本分佈情形如表1所示。

由表1知，無效問卷數量稍多，可能是因為調查時間係跨年度(為2010~2012三年)，災例或問卷收集不易，另本問卷包含276題供受災戶填答，需要耐心及細心，因此要順利完成全部問卷原本就較不容易；問卷本身包含兩部分，兩部分需作答完整且無遺漏並切忌亂填，且兩份問卷需前後相符（時、地、物)，才算一份完整的問卷。當然委請局本部長官協助調查，並勤於追蹤，亦可望提高問卷回收率。

表1　調查樣本縣市分布情形

件數 / 縣市別	有效問卷	無效問卷	總件數
台北市	37	23	60
新北市	23	27	50
桃園縣	19	31	50
苗栗縣	13	7	20
台中市	57	33	90
南投縣	66	34	100
台南市	31	9	40
高雄市	26	4	30
澎湖縣	8	12	20
基隆市	18	2	20
合計	298	182	480

一、研究方法與資料分析方法

本文藉由國內外文獻歸納出火災發生前及火災發生時可能影響人命安全的因素，針對這些因素設計問卷，分別對火災受災戶及參與搶救之消防機關調查，調查結果透過統計分析軟體 SPSS 找出各因素變項間之相關性，以及對人命傷亡之影響。本文所採之研究方法與資料分析方法述如下：

（一）研究方法

1.文獻分析法：本文蒐集出國內外有關火災危險或風險的文獻，彙整出有可能造成人命傷亡的因子，並針對國情的不同，選擇國內較常見的風險因子，予以適當的修正和延伸，以獲得較有組織、系統性的理論架構。

2.抽樣調查法：本研究針對 2010~2012 年期間台灣最常發生的住宅建築物火災進行災例收集，研究設計之初的受訪者為家中曾發生火災之民眾或其關係人，以戶主填寫最佳，所以本研究的抽樣調查，屬於非機率抽樣方式的立意抽樣。

3.實證問卷調查法：本研究利用相關文獻探討設計了「災戶問卷調查表」和「消防局火災調查紀錄表」，針對選定縣市 2010~2012 年中住宅有受災之民眾及參與救災的消防人員進行調查。「災戶問卷調查表」由研究人員親自聯絡縣市消防局火災調查科，請協助發送問卷至受災戶或其關係人處作答；消防局問卷部分（「消防局火災調查紀錄表」），由消防局火調科人員填寫或經由分隊實際參與救災之消防人員填寫。兩份問卷必須回答完整，才是有效的問卷。為使問卷調查進行順利，期間由研究成員至各縣市火調科以及各分隊聯絡人處從旁協助解說問卷題意及作答要領，透過聯絡人至受災戶家中發送問卷，期使作答人員對問卷內容之回答能更切合實際情況。

（二）資料分析方法

問卷回收之後，本研究利用 SPSS 統計軟體進行以下幾種統計分析，分述如下：

1.因素分析（Factor Analysis）：以直交轉軸之最大變異法（Varimax Rotation）抽取因素負荷量較大的題目，組成各影響火災人命傷亡的因素（分量表），了解組成這些因素中各問項的權重，以檢驗並提高各分量表之效度，並且對測量概念或因素給予適當命名。

2.Cronbach α 係數：用以考驗各分量表之內部一致性（信度），凡 Cronbach α 係數愈高者，則表示該分量表各題目之性質與整個分量表趨於一致。

3.皮爾森積差相關：分析二個連續變數（等距或等比尺度之變數）間之關聯性，即因素變項間之關聯性以及與人命傷亡之關聯性，如住戶防火習慣與火災時初期動作之相關性。

4.羅吉斯迴歸分析：用以檢驗是否造成火災人命傷亡的主要因素，首先找出最適合的預測（或解釋）模式，再針對該模式各預測（或解釋）因素或變項與有否造成人命傷亡做進一步的探討，預測（或解釋）不同因素或變項組合下造成建築物火災人命傷亡之機率比值。

二、研究工具之編製與內容

本研究針對影響建築物人命傷亡之可能因素編製問卷，其主要概念（因素變項）與問項內容請參見表 2。

表 2　問卷各量表主要概念內容

概念	問項數	問項內容
防火知識	7 項	在火災發生前，會使用滅火器；練習操作過室內消防栓；曾經實地模擬逃生訓練；對於火災警報器有警覺性；熟悉火災警報器的音響；曾經接受過消防講習；看得懂避難標示設備。
防火習慣	6 項	外出時，會將小孩留在家中；小孩能夠拿到火柴或打火機；有人在睡覺時抽煙；有使用電暖器的習慣；煮飯時會離開廚房；佛堂點蠟燭。
火源管理	8 項	有關閉瓦斯的習慣；停電時，可以很快找到出口；外出時巡視電源插座；外出時巡視瓦斯開關；電器不用時，會拔掉插頭；電器不用時，會關掉電源；新電器使用，會看說明書；家電、物品放置井然有序。
人員屬性	3 項	12 歲以下兒童有無在現場；65 歲以上老人有無在現場；行動不便者有無在現場；長期服藥者有無在現場。
消防搶救環境	6 項	道路寬度消防車可接近；附近道路狀況；附近消防用水源；消防人員可從外進入建築物搶救；巷道停車，消防車無法進入；騎樓停放機車情形。
建築物消防	10 項	建築物的緊急照明燈；建築物內的避難標示設備；建築物的滅火器；建築物內的避難設備；建築物的廣播設備；

設備維護		建築物的警報設備；建築物的室內消防栓滅火設備；建築物的自動滅火設備；消防安全設備是否足夠；消防設備是否有專人保養。
建築物逃生通道狀況	3 項	建築物內部的通道設計；建築物內堆放物品情形；建築物樓梯堆放物品情形。
建築結構	2 項	房子隔間牆構造是何材料；起火居室構造大都是何材料。
平時訓練	3 項	本分隊是否定期車輛訓練；本分隊是否定期器材操作訓練；本分隊是否定期體技能訓練。
平時分隊裝備器材	3 項	你認為本分隊破壞器材是否足夠；你認為個人裝備是否充足；你認為本分隊器材每日保養情形
平時水源維護	4 項	消防栓是否於一個月能修復；水壓不足之消防栓能在一個月內改善；消防栓位置適合消防車輛方便使用；本分隊消防栓依地區特性設置。
居民初期滅火行動	3 項	知道火災時，有無使用滅火器；知道火災時，有無使用室內消防栓滅火；知道火災時，有無採用其他滅火行動
消防設備初期運作狀態	3 項	火災時，自動警報系統是否發出警報；火災時，自動撒水是否啟動；火災時，是否有其他自動滅火設備動作。
逃生安全性	6 項	火災時是否可順利到達屋頂或頂樓；火災時樓梯可順利通行；火災時，可用窗戶逃生；火災時，可用陽台逃生；你能很快找到手電筒或照明器具；住這兒的人熟悉逃生路徑。
逃生困難度	7 項	火災時利用走道逃生相當困難；火災當時濃煙密佈，逃生困難；火災時，樓梯寬度太窄影響逃生；火災時，逃生出口的數量不足；火災時，起火處燃燒相當嚴重；濃煙擋住主要逃生出口；火災燒燬程度為何。
火災延燒	6 項	火災時，有延燒到鄰棟；本次火災是由鄰棟延燒過來；消防隊未搶救前，火勢水平延燒；消防隊未搶救前，火勢垂直延燒；消防隊搶救後，火勢仍水平延燒；消防隊搶救後，火勢仍垂直延燒。
投入救災人力與消防供	6 項	搶救人力充足；搶救人員任務分配得當；滅火人員佈水線充足；消防栓維護良好，迅速供水；利用消防泵抽水，

水		效果良好；水源供應充足。
消防人員技術	5 項	搶救人員經驗充足；救助人員技能純熟；雲梯車操作正確，迅速升梯；操作雲梯車搶救效果良好；出勤迅速、動作快。
消防戰術	4 項	現場指揮官指揮得宜；搶救戰術正確；對該建築物附近環境熟悉；迅速找到火點。

三、研究概念之測量

為兼顧研究概念之說明能充分與扼要簡潔，首先分別以人員特性[3]之防火知識、建築物特性概念之消防搶救環境、平時消防戰力概念之平時訓練、初期動作概念之消防設備初期運作狀態、火災發展及避難逃生概念之逃生困難度及消防搶救條件之投入救災人力與消防供水等為例，說明渠等因素（子概念或分量）之測量方式（如表 3 至表 8 所示），至於其他因素之信度與效度分析（含所有自變項、中介變項等），摘要如表 9 所示。

（一）防火知識

防火知識這一個概念之測量共有七題，計分方式為受訪者填答「全家人」者給 3 分，「部份人」者給 2 分，「沒有人」者給 1 分，得分愈高者，表示住戶的防火知識愈佳。防火知識量表經信度和效度分析，內部一致性係數 α=0.822，特徵值=3.781，顯示本量表具穩定性且能有效測量住戶防火知識之概念（參見表 3）。

[3] 有關概念測量或因素分析結果，在操作上以人員特性如何形成防火知識、防火習慣及火源管理為例說明如後：首先利用問卷中 27 個問項進行因素分析，選取 3 個 eigenvalue 大於 1 而且概念一致之因素（三個概念形成之第一步），意即以直交轉軸之最大變異法（Varimax Rotation）抽取因素負荷量較大的題目所組成的概念為基礎；再輔以消防實務工作經驗，微調可能具測量價值但卻遺漏的問項，在兼顧信度、效度與因素命名之合適性等方面考量下，微調問項後界定此三個概念（於此時予因素命名）。其次，以「微調問項後界定之三個概念」所萃取項目，再度個別進行因素分析及信度分析，以決定各因素測量之效度及信度（三個概念形成之第二步），即目前呈現之防火知識（含 7 個問項）、防火習慣（含 6 個問項）及火源管理（含 8 個問項），原 27 個問項只剩 21 個問項（參見表 2）。

表 3　防火知識之因素分析及信度分析

題目	因素負荷量
在火災發生前，會使用滅火器	0.684
練習操作過室內消防栓	0.793
曾經實地模擬逃生訓練	0.758
對於火災警報器有警覺性	0.759
熟悉火災警報器的音響	0.773
曾經接受過消防講習	0.738
看得懂避難標示設備	0.625
特徵值	3.781
內部一致性係數（Cronbach α）	0.822

（二）消防搶救環境

消防搶救環境概念之測量共有六題，計分方式在「消防車可接近建築物」、「附近消防用水源」此兩題中，受訪者填答「非常容易」者得 4 分，「容易」者得 3 分，「不容易」者得 2 分，「非常不容易」者得 1 分；在「建築物附近的道路狀況」此題中，受訪者填答「交通順暢」者得 4 分，「偶爾會塞車」者得 3 分，「有時會塞車」者得 2 分，「經常塞車」者得 1 分；在「消防人員可從外進入建築物搶救」此題中，受訪者填答「非常容易」者得 4 分，「有些容易」者得 3 分，「不容易」者得 2 分，「非常不容易」者得 1 分；在「路邊停車，讓消防車無法進入」此題中，受訪者填答「不可能」者得 4 分，「有點可能」者得 3 分，「可能」者得 2 分，「非常可能」者得 1 分；在「建築物的騎樓停放機車」此題中，受訪者填答「沒有停放」者得 4 分，「停放整齊」者得 3 分，「停放雜亂」者得 2 分，「非常雜亂」者得 1 分。得分愈高者，表示建築物本身之四周環境條件愈佳，便利消防隊之搶救。本量表經信度和效度分析，內部一致性係數 α=0.736，特徵值=2.162，顯示本量表具穩定性且能有效測量消防搶救環境之概念（參見表 4）。

表 4　消防搶救環境之因素分析及信度分析

題目	因素負荷量
道路寬度消防車可接近	0.739
附近道路狀況	0.632
附近消防用水源	0.529
消防人員可從外進入建築物搶救	0.474
巷道停車，消防車無法進入	0.715
騎樓停放機車情形	0.448
特徵值	2.162
內部一致性係數（Cronbach α）	0.736

（三）平時訓練

平時訓練此一概念之測量共有三題，消防隊為保持一定之戰力，除了有足夠的人及車之外，平時的訓練更是不可少，所以此變項係以統計各分隊平時對於車輛、器材及體技能訓練的情形，計分方式係以受訪者填答平均每週訓練之時數為準。填答「一小時」給 1 分，「二小時」給 2 分，依此類推。得分愈高者，代表消防單位對平時訓練的要求愈高。本量表經信度和效度分析，內部一致性係數 α=0.710，特徵值=1.982，顯示本量表具穩定性且能有效測量平時訓練之概念（參見表 5）。

表 5　平時訓練之因素分析及信度分析

題目	因素負荷量
本分隊是否定期車輛訓練	0.953
本分隊是否定期器材操作訓練	0.946
本分隊是否定期體技能訓練	0.423
特徵值	1.982
內部一致性係數（Cronbach α）	0.710

（四）消防設備初期運作狀態

消防設備初期運作狀態此一概念之測量共有三題，在「自動警報系統是否發出警報」此題中，受訪者填答「有」者得 3 分，「沒有」者得 2 分，「沒有這個設備」者得 1 分；在「自動撒水設備是否有啟動」及「其他自動滅火設備動作」兩題中，受訪者填答「有動作且有效滅火」者得 4 分，「有動作但滅火無效」者得 3 分，「沒有動作」者得 2 分，「沒有這個設備」者得 1 分。分數愈高，表示消防設備初期運作狀態表現情形愈佳。本量表經信度和效度分析，內部一致性係數 α=0.721，特徵值=1.795，顯示本量表具穩定性且能有效測量消防設備初期運作狀態之概念（參見表 6）。

表 6　消防設備初期運作狀態之因素分析及信度分析

題目	因素負荷量
火災時，自動警報系統是否發出警報	0.652
火災時，自動撒水是否啟動	0.859
火災時，是否有其他自動滅火設備動作	0.795
特徵值	1.795
內部一致性係數（Cronbach α）	0.721

（五）逃生困難度

逃生困難度這一個概念之測量共有七題，計分方式為受訪者填答「是」者得 2 分，「否」者得 1 分；在「燒毀程度」一題中，受訪者填答「全毀」者給 3 分，「半毀」者給 2 分，「輕微」者給 1 分。得分愈高者，表示住戶的逃生困難度越高，住戶在火場中順利逃生之機率越低。本量表經信度和效度分析，內部一致性係數 α=0.751，特徵值=2.573，顯示本量表具穩定性且能有效測量建築物內人員逃生困難度之概念（參見表 7）

表 7　逃生困難度之因素分析及信度分析

題目	因素負荷量
火災時利用走道逃生相當困難	0.599
火災當時濃煙密佈，逃生困難	0.745

火災時，樓梯寬度太窄影響逃生	0.611
火災時，逃生出口的數是不足	0.569
火災時，起火處燃燒相當嚴重	0.552
濃煙擋住主要逃生出口	0.701
火災燒燬程度為何	0.408
特徵值	2.573
內部一致性係數（Cronbach α）	0.751

（六）投入救災人力與消防供水

此項概念之測量共有六題，受訪者填答「非常同意」者得 4 分，「同意」者得 3 分，「不同意」者得 2 分，「非常不同意」者得 1 分。得分愈高者，表示消防救災人力與供水愈佳，越易搶救。本量表經信度和效度分析，內部一致性係數 α=0.843，特徵值=2.556，顯示本量表具穩定性且能有效測量消防隊滅火時之人力與消防供水因素（參見表 8）。

表 8　投入救災人力與消防供水之因素分析及信度分析

題目	因素負荷量
搶救人力充足	0.796
搶救人員任務分配得當	0.594
滅火人員佈水線充足	0.833
消防栓維護良好，迅速供水	0.411
利用消防泵抽水，效果良好	0.473
水源供應充足	0.695
特徵值	2.556
內部一致性係數（Cronbach α）	0.843

（七）其他概念之測量與影響因素或概念彙整

問卷中其他影響因素或概念如人員特性之防火習慣等、建築物特性之建築物消防設備維護等、平時消防戰力之平時分隊裝備器材等、初期動作之居民初期滅火行動、火勢發展與避難逃生之逃生安全性等及消防搶救條件之消防人員救災技術等之信度與效度分析，仿照人員特性概念之測量方式，結果摘要如表 9 所示。又上述經詳述說明之測量概念，為方便閱讀，亦一併列於表 9。

表 9　影響建築物火災人命傷亡因素或概念之信度與效度分析

	因素或概念	因素負荷量特徵值	內部一致性係數（Cronbach α）
人員特性	防火知識	0.625~0.793 特徵值 3.781	0.882
	防火習慣	0.465~0.714 特徵值 2.275	0.729
	火源管理	0.554~0.808 特徵值 4.210	0.849
	人員屬性	0.457~0.851 特徵值 2.122	0.679
建築物特性	消防搶救環境	0.448~0.739 特徵值 2.162	0.736
	建築物逃生通道狀況	0.684~0.847 特徵值 1.877	0.749
	建築物消防設備維護	0.640~0.893 特徵值 6.581	0.940
	建築結構	0.792~0.809 特徵值 1.282	0.665
平時消防戰力	平時訓練	0.423~0.953 特徵值 1.982	0.710

	平時分隊救災裝備器材	0.661~0.799 特徵值 1.693	0.727
	平時水源維護	0.732~0.814 特徵值 2.372	0.826
初期動作	居民初期滅火行動	0.370~0.795 特徵值 1.146	0.423
	建築物消防設備初期運作狀態	0.652~0.795 特徵值 1.795	0.721
火勢發展與避難逃生	逃生安全性	0.442~0.686 特徵值 1.929	0.638
	逃生困難度	0.408~0.745 特徵值 2.573	0.751
	火災延燒	0.542~0.738 特徵值 2.600	0.826
消防搶救條件	投入救災人力與消防供水	0.411~0.833 特徵值 2.556	0.843
	消防人員救災技術	0.528~0.773 特徵值 2.428	0.786
	消防戰術	0.577~0.822 特徵值 1.964	0.825

四、本次調查重要之敘述性統計[4]

（一）問卷回收之基本資料

本研究之受訪者基本特性詳如表 10 所示。其中受訪對象中，男性有 229

[4] 其他更詳細的敘述性統計，請參閱謝濠光，建築物火災風險因子建模之研究，中央警察大學消防科學研究所碩士論文，102/6。

人，女性有 69 人；教育程度以專科學校 83 人占全體 27.9%為最多，高中職有 76 人占全體 25.5%居次；受訪對象以戶長本人占全體 52%為最多，而其他大都為受試者之父親占全體 21%居次；年齡以 31~40 歲之間共占全體 29.7%為最多，顯示本次調查人口年齡大多為青壯年；家中戶長職業以從事商業者為最多占全體 24.8%，工人占全體 21.5%居次；全家一年所得介於 60~79 萬之間占全體 16.1%為最多，介於 80~99 萬之間占全體 15.8%居次。

表 10　受訪者基本特性之分布

受訪者基本特性		總數	百分比(%)	備註
性別	男	229	76.8	
	女	69	23.2	
教育程度	國小	23	7.7	2 件未填
	國中	56	18.8	
	高中（職）	76	25.5	
	專科學校	83	27.9	
	大學	54	18.1	
	研究所以上	4	1.3	
受試者與戶長關係	本人	155	52	2 件未填
	配偶 子女	38 6	12.8 2	
	父親	64	21	
	母親	6	2	
	兄弟姊妹	1	0.3	
	親戚	9	3	
	朋友	3	1.	
	其他	14	4.7	

年齡	30 歲以下	58	19.8	5 件未填
	31~40 歲	84	29.7	
	41~50 歲	66	22.5	
	51~60 歲	68	23.2	
	61 歲以上	17	5.8	
家中戶長之職業	軍	2	0.7	1 件未填
	公	40	13.4	
	教	17	5.7	
	農	34	11.4	
	魚	4	1.3	
	攤販	9	3.0	
	工	64	21.5	
	商	74	24.8	
	工程師	3	1.0	
	建築師	1	0.3	
	醫生	1	0.3	
	廚師	2	0.7	
	自由業	24	8.0	
	其他	22	7.4	
全家一年所得	小於 20 萬	20	6.7	4 件未填
	約 20~39 萬	7	2.3	
	約 40~59 萬	37	12.4	
	約 60~79 萬	48	16.1	

	約 80~99 萬	47	15.8	
	約 100~119 萬	40	13.4	
	約 120~139 萬	24	8.0	
	約 140~159 萬	12	4.0	
	約 160~79 萬	1	0.3	
	約 180-199 萬	6	2.0	
	約 200-229 萬	6	2.0	
	約 229-399 萬	2	0.7	
	不知道	44	14.8	

（二）火災發生地點、原因與損失分佈

以消防單位統計資料為主，有關本次調查火災發生地點如表 11 所示，火災發生原因與損失情形分佈如表 12 所示。從表 11 與表 12 所示資料，火災大多發生於房間內，且火災發生原因以電器火災為主，造成之損失以本次調查而言僅次於抽菸和燈燭；炊事火災則大多發生於廚房內，其造成輕微之火災損失。

表 11　火災發生地點分佈表

起火地點	件數	百分比（%）	備註
廚房	75	25.2	
餐廳	25	8.4	
佛堂	21	7.0	
房間	88	29.5	6 件未填
走道	10	3.4	
客廳	34	11.4	
樓梯	3	1.0	

其他	36	12.1	
未填	6	2	
總和	298	100	

表 12　火災發生原因與損失情形分佈表

起火原因	件數	百分比（%）	總損失金額（萬元）	每件火災平均損失金額（萬元）	備註
炊事	63	21.1	327.4	5.2	
玩火	8	2.7	124.1	15.5	
縱火	17	5.7	155.8	9.7	
抽煙	9	3.0	326.7	36.3	
電器	115	38.6	3543.3	31.4	
燃爆	1	.3	3.0	3.0	
烤火	9	3.0	96.8	10.8	2 件未填
燈燭	5	1.7	300	60.0	
機器磨擦過熱	4	1.3	7.3	1.8	
危險品爆炸	48	16.1	918.4	19.1	
其他	17	5.7	736.6	43.3	
未填	2	0.6			
合計	298	100			

（三）火災發生原因與傷亡分佈

從本次調查的火災災例中，可以發現火災發生的原因眾多，其中以電器火災最多，計 115 件，其次為炊事所引起的火災，計 63 件，危險品爆炸者居第三，計有 48 件；其所導致的人命傷亡亦相當值得重視（參見表 13），以燃爆、玩火、烤火之傷亡比例最高，可見火氣使用與管理不容輕忽。

表 13　火災發生之原因與傷亡之分佈

火災發生原因	火災件數	傷亡件數	傷亡件數/火災件數（%）
炊事	63	8	12.7
玩火	8	2	25
縱火	17	0	0
抽煙	9	0	0
電器	115	10	8.7
燃爆	1	1	100
烤火	9	2	22.2
燈燭	5	0	0
機器磨擦過熱	4	0	0
危險品爆炸	48	7	14.6
其他	17	1	5.9

肆、人命傷亡解釋模式之檢驗

一、相關分析

由相關文獻和工作經驗可以了解，影響建築物火災人命傷亡之因素彼此之間可能存在直接或間接之關係，本節依據所搜集之資料，進行各因素變項間之相關分析。分析結果如表 14 所示，可看出各因素與人命傷亡之間的相關趨勢。由於研究中人命傷亡（受傷或死亡）為二元類別變項，因此，以虛擬變數 0 代表無傷亡，虛擬變數 1 代表有傷亡，藉以觀察各因素與人命危險之間的趨勢。其中人員屬性內含三個問項（即 65 歲以上老人、行動不便者、長期服藥者等），分數越高代表建築物內避難弱者越多；出動之消防戰力也包含三個問項（含消防人員加義消數、消防車加救護車輛數、出動分隊數等），分數越高代表出動越多人員與車輛前往火災現場搶救，以上兩項新變數也將納入相關分析中。

從表 14 可知，在 11 個自變項（防火知識、防火習慣、火源管理、人員屬性、

消防搶救環境、建築物消防設備維護、建築物逃生通道狀況、建築結構、平時訓練、平時分隊救災裝備器材、平時水源維護）及 9 個中介變項（除圖 1 中所呈現之居民初期滅火行動、消防設備初期運作狀態、逃生安全性、逃生困難度、火災延燒、投入救災人力與消防供水、消防人員救災技術、消防戰術等 8 個外，再加上本節前段所述之「出動之消防戰力」共 9 個）中，只有 3 個變項與人命傷亡之相關趨勢達顯著性，分別為「逃生困難度」、「人員屬性」與「出動之消防戰力」。又從相關係數中可看出，「逃生困難度」及「人員屬性」相關係數為正值，顯示當「逃生困難度」分數愈高時，火災時居民逃生越困難，所造成的人命傷亡愈大；而當建築物內避難弱者越多時，建築物發生火災造成之人命傷亡也會比較高。

再由自變項與中介變項（逃生困難度）之相關係數可發現，「火災延燒」與「逃生困難度」之趨勢成正相關，顯示延燒愈烈、逃生愈困難；「防火習慣」、「消防搶救環境」、「建築物逃生通道狀況」及「建築結構」與「逃生困難度」之趨勢成負相關，顯示「防火習慣」、「消防搶救環境」、「建築物逃生通道狀況」及「建築結構」條件愈差時，當發生火災，建築物內居民的逃生困難度就會增加。換言之，「防火習慣」、「消防搶救環境」、「建築物逃生通道狀況」及「建築結構」有可能透過「逃生困難度」對「人命傷亡」產生間接影響。

進一步由自變項與中介變項（火災延燒）之相關係數可發現，「逃生困難度」與「火災延燒」之趨勢成正相關；「防火知識」、「防火習慣」、「消防搶救環境」、「建築物逃生通道狀況」及「消防設備初期運作狀態」與「火災延燒」之趨勢成負相關。顯示火災時居民逃生困難度愈高，建築物火災延燒程度愈嚴重；「防火知識」、「防火習慣」、「消防搶救環境」、「建築物逃生通道狀況」及「消防設備初期運作狀態」這些條件越佳時，則發生火災時，建築物火災延燒情形將愈輕微。雖然「火災延燒」與「人命傷亡」相關未達顯著，但因「逃生困難度」與「火災延燒」呈顯著正相關、且「逃生困難度」與「人命傷亡」亦呈顯著正相關，因此，「防火知識」、「防火習慣」、「消防搶救環境」、「建築物逃生通道狀況」及「消防設備初期運作狀態」有可能透過「火災延燒」對「人命傷亡」產生間接影響。

表 14　各因素概念與人命傷亡之相關分析

因素變項	人命傷亡	居民初期滅火行動	消防設備初期運作狀態	逃生安全性	逃生困難度	火災延燒	投入救災人力與消防供水	消防人員救災技術	消防戰術
人命傷亡	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-
居民初期滅火行動	0.054	1.000	-	--	-	-	-	-	-
消防設備初期運作狀態	0.036	0.239**	1.000	-	-	-	-	-	-
逃生安全性	-0.110	0.126*	0.085	1.000	-	-	-	-	-
逃生困難度	0.124*	0.077	0.043	-0.094	1.000	-	-	-	-
火災延燒	-0.055	0.102	-0.196**	-0.106	0.505**	1.000	-	-	-
投入救災人力與消防供水	-0.046	0.076	0.013	0.139	-0.018	0.084	1.000	-	-
消防人員救災技術	-0.055	-0.142	-0.038	0.109	-0.137	-0.010	0.625**	1.000	-
消防戰術	0.023	-0.054	0.083	0.049	-0.077	-0.076	0.467**	0.412**	1.000
防火知識	-0.022	0.177	0.386**	0.204**	-0.010	-0.155**	-	-	-
防火習慣	0.033	-0.120	-0.062	0.140*	-0.176**	-0.340**	-	-	-
火源管理	-0.082	0.292**	0.136*	0.259**	-0.098	-0.017	-	-	-
消防搶救環境	-0.009	-0.012	0.077	0.176**	-0.186**	-0.219**	-0.007	0.0855	0.120*
建築物消防設備維護	-0.036	0.067	0.585**	0.099	-0.065	0.074	0.073	0.169	0.072

建築物逃生通道狀況	-0.096	0.090	0.009	0.255**	-0.156**	-0.156**	-0.023	0.199	0.134*
建築結構	-0.071	-0.178	0.099	0.122*	-0.145*	-0.079	0.232*	0.113	0.078
平時訓練	0.044	-	-	-0.009	-0.052	-0.116	0.008	-0.146	0.109
平時分隊救災裝備與器材	-0.067	-	-	0.010	-0.067	0.006	0.243*	0.182	0.288**
平時水源維護	0.001	-	-	-0.010	0.016	0.081	0.434**	0.193	0.238*
人員屬性	0.424**	0.440	-	-0.147	0.189	-0.116	-	-	-
出動之消防戰力	0.282**				0.199**	0.167**			
*在顯著水準為 0.05 時（雙尾），相關顯著。 **在顯著水準為 0.01 時（雙尾），相關顯著。									

二、人命傷亡羅吉斯迴歸解釋模式之檢驗

根據前述之相關分析結果，可以得到 5 個變項（人員屬性：含老人、行動不便者、長期服藥者等 3 項；另 2 個為逃生困難度、出動消防力等）與人命傷亡之關係較為密切。雖然出動消防力與人命傷亡有顯著之相關，但彼此間之因果關係較難釐清，如出動消防力愈多，人命傷亡也越多，但人命傷亡慘重之火災，往往需要出動越多消防力，孰為因孰為果，關係並不明確。本小節在剔除出動消防力此一變項後，以剩餘 4 個變項為自變項，人命危險為依變項，進行羅吉斯迴歸分析，來選擇較能適當解釋人命傷亡之模式，首先針對不同解釋模式，就其概似值差異的變化進行比較，當任何新的變項加入最後的模式中，對該模式的概似值差異均未能顯著提高時，該模式即為最適當之模式，模式之檢驗如表 15 所示。

使用階層邏輯斯迴歸分析，首先考量僅具常數項之模型（又稱市場占有率分析模式），其反應有傷亡件數對無傷亡件數的比率，其次考量老人在場，再其次考慮老人在場加行動不便者，以此類推，最後步驟納入上述所有變項，表 15 顯示，在所有 5 個預測變項中，經過概似值差異的檢定與逐步篩選可得模式 4 為適當的人命傷亡解釋模式。篩選步驟如下：模式 1 僅包括常數項，其-2LL（-2Log Likelihood）為 211.788；模式 2 除常數項外，加入行動不便者之因素，所得之-2LL（-2Log

Likelihood）則降為 188.182，其模式 2 倍概似值差異為 23.606（此概似值差異的 2 倍服從兩模式自由度差之卡方分配）；模式 3 除常數項及行動不便者因素外，更加入長期服藥者之因素，所得之-2LL（-2Log Likelihood）則降為 183.182，其 2 倍概似值差異增加為 28.606，顯著地增加了 5.0（p<0.000），依此步驟分析至模式 4，我們發現就概似值差異而言，除模式 4 內的 3 個變項外，其餘變項（老人在場）的加入並無法顯著地增加新模式的概似值差異，所以模式 4 應為本研究人命傷亡最適當的解釋模式。

表 15　人命傷亡羅吉斯迴歸解釋模式之篩選

模式	-2LL	模式相較於常數模式概似值差異的 2 倍	加入新變項後增加的概似值	自由度	增加自由度
1.常數項	211.788				
2.常數項+行動不便者	188.182	23.606***		1	
3.常數項+行動不便者+長期服藥者	183.182	28.606***	5***	2	1
4.常數項+行動不便者+長期服藥者+逃生困難度	179.728	32.060***	3.454*	3	1
註：*p<.05 ; ***p<.001					

根據解釋模式篩選的結果，表 15 顯示模式 4 中各變項與人命傷亡的關係。在模式 4 中，計有行動不便者、長期服藥者、逃生困難度等 3 個變項對人命傷亡達顯著水準。由表 16 中迴歸係數可得知，在火災發生時，逃生困難度高者，火災傷亡也會相對提高（β=0.161；p<.05），逃生困難度困難者之傷亡機率比值（odds ratio）約為逃生容易者之 3 倍多。火災發生時如果住宅內有行動不便者，則其傷亡機率比值為無行動不便者約 7 倍；如果住宅內有長期服藥者，則其傷亡機率比值約為無長期服藥者 5 倍。各解釋變項在模式 4 中的相對重要性，可以用 Wald 值來作比較，Wald 等於迴歸係數（β）除以標準誤後之值的平方。因此當 Wald 值愈大時，

在模式 4 中該變項對人命傷亡的影響力也愈大，由表 16 可知，各解釋變項中以行動不便者對於火災時人命傷亡的影響力最大，其次為長期服藥者，再次為逃生困難度，因此，避免將行動不便者和長期服藥者單獨留置家中，是火災時避免人命傷亡之重要因素。

表 16　人命傷亡羅吉斯模型之迴歸係數

變項	迴歸係數（β）	標準誤（S.E）	Wald 值	機率比值
行動不便者	1.943***	0.562	11.945	6.980
長期服藥者	1.561*	0.674	5.367	4.764
逃生困難度	0.161*	0.087	3.461	3.431
常數	-0.451	1.084	0.173	0.173
註：*p<.05 ; ***p<.001				

表 17 為人命傷亡羅吉斯迴歸模式預測傷亡之結果，如以模式 4 來解釋本次調查之人命傷亡情形，則其預測之成功率為 89.8%。

表 17　人命傷亡羅吉斯迴歸分析預測結果

觀察群組＼預測群組	無傷亡	有傷亡	合計
無傷亡	246	2	248
有傷亡	27	8	35
預測成功率=89.8%			

由表 16 可知，人命傷亡以羅吉斯迴歸方法分析可建立如下之羅吉斯迴歸方程式：

$$f(x)=\ln(\frac{p}{1-p})$$

={-0.451+1.943（行動不便者）+1.561（長期服藥者）+0.161（逃生困難度）

其中 p 表火場有人員傷亡之機率。

伍、結論與建議

本研究係針對曾經發生火災的建築物，藉由災戶的調查訪問及官方的火災統計資料，調查可能影響火災時人命傷亡有無之因素。運用統計方法來檢定變項或因素之間有無顯著相關性，並了解眾多因素中何者對於火災時人命傷亡之影響較大，再以這些具影響力的因素建立解釋的模式，並提供適當建議。

一、人命傷亡之相關分析

在 11 個自變項（防火知識、防火習慣、火源管理、人員屬性、消防搶救環境、建築物消防設備維護、建築物逃生通道狀況、建築結構、平時訓練、平時分隊救災裝備器材、平時水源維護）及 9 個中介變項（居民初期滅火行動、消防設備初期運作狀態、逃生安全性、逃生困難度、火災延燒、投入救災人力與消防供水、消防人員救災技術、消防戰術、投入之消防戰力）中，有 3 個變項與人命傷亡之相關趨勢達顯著性，分別為「逃生困難度」、「人員屬性」與「出動之消防戰力」。從相關係數中可看出，「逃生困難度」及「人員屬性」相關係數為正值，顯示當「逃生困難度」分數愈高時，火災時居民逃生越困難，所造成的人命傷亡愈大；而當建築物內避難弱者越多時，建築物發生火災造成之人命傷亡也會比較高。

出動消防力與人命傷亡雖然也有顯著之相關，但彼此間之因果關係較難釐清，如出動消防力愈多，人命傷亡也越多，但人命傷亡慘重之火災，往往需要出動越多消防力，孰為因孰為果，關係並不明確，因此在建立解釋模式時暫不列入考慮。

二、人命傷亡羅吉斯迴歸解釋模式之分析發現

以羅吉斯迴歸方法分析建立之羅吉斯迴歸方程式，可用以探討有無危險情境下（如：逃生困難度難易、有無行動不便者在場）之火災人命傷亡機率比值，亦可有效預測火災人命傷亡率。

根據解釋模式篩選的結果，計有行動不便者、長期服藥者、逃生困難度等 3 個變項對人命傷亡達顯著水準（表 15 模式 4）。由表 16 可知，在火災發生時，逃生困難度高者之傷亡機率比值（odds ratio）約為逃生容易者之 3 倍多。火災發生時住宅內有行動不便者，其傷亡機率比值為無行動不便者約 7 倍；有長期服藥者，則其傷亡機率比值約為無長期服藥者 5 倍。由表 16 可知，各解釋變項中以行動不便者對於火災時人命傷亡的影響力最大，其次為長期服藥者，再次為逃生困難度。

三、研究建議

（一）本研究經由災例調查分析，篩選出影響建築物火災人命傷亡的最主要因素，依序為現場中有行動不便者、長期服藥者與逃生困難度，因此，居家或防火宣導時宜強調避免將行動不便者和長期服藥者單獨留置家中，是火災時避免人命傷亡須重視之事項；再者，維持走道樓梯暢通、逃生出口數充足，主要逃生出口宜保持通暢無阻礙，逃生路徑宜使用不燃或耐燃材料防護等（由表 2 問項中改善或加強），更是平素即應留意之居家安全要項。

（二）本研究係藉由文獻探討及實證調查來了解建築物火災時，影響人命傷亡之因素。或許尚有許多潛在影響因子於本研究中並未被討論，然而本研究發現與結論，應可在火災預防或災害搶救上，提供給消防單位做為參考之依據，俾利平時對建築物居民做好防火宣導，以減少火災時建築物之人命傷亡。

（三）本研究發送之問卷問項繁多，本文只取對人命傷亡較有解釋力之因子分析，且礙於時間限制，未對東部地區民眾調查，後續研究者可針對全台灣地區火災做抽樣調查研究，期能更全面瞭解台灣地區某一時段之建築物火災態樣。再者，本文只針對住宅建築物火災災例或災戶進行抽樣調查研究，僅嘗試對住宅建築物火災提出解釋，至於其他類型建築物（如：工廠或商場）火災或有不同之人命危險影響因子，應累積至大樣本（30 以上）後另行探討渠等對人命危險之影響權重。

（四）表 14 中消防搶救環境與人命傷亡相關不顯著，然而，消防搶救環境與逃生困難度呈顯著負相關，而逃生困難度與人命傷亡呈顯著正相關，因此，消防搶救環境有可能透過逃生困難度對人命傷亡產生間接影響。另外，與逃生困難度相關達顯著之變項（如：防火習慣、消防搶救環境、建築物逃生通道狀況、建築結構、火災延燒）或與出動之消防戰力相關達顯著之變項，甚至與防火習慣、消防搶救環境、建築物逃生通道狀況、建築結構、火災延燒等具相關之變項，是否對人命傷亡呈現間接影響，也是後續值得研究之方向。再者，自變項中之防火知識、防火習慣、火源管理、消防搶救環境、建築物消防設備維護、建築物逃生通道狀況、建築結構、平時訓練、平時分隊救災裝備器材、平時水源維護等與中介變項之居民初期滅火行動、消防設備初期運作狀態、逃生安全性、火災延燒、投入救災人力與消防供水、消防人員救災技術、消防戰術、投入之消防戰力等雖未直接與人命傷亡之相關趨勢達顯著性，後續研究仍應繼續觀察。

（五）影響人命傷亡的因子並不必然是具因果關係的因子（影響因子不必然是造成傷亡的原因），因此，火災人命傷亡之因果模型是後續值得研究之內容。

（六）研究人員可與消防單位配合，進行長期的追蹤研究，以建立更完善的災例紀錄或火災調查資料，研究結果亦可提供給消防單位做為執行相關行政業務及火災搶救之參考。

參考文獻

一、中文部分

1.內政部消防署網頁資料，網址：http://www.nfa.gov.tw/Uploads/Links/%E7%B6%9C%E5%90%88%E4%BC%81%E5%8A%83%E7%B5%84/101%E5%87%BA%E7%89%88%E5%93%81/101%E7%99%BD%E7%9A%AE%E6%9B%B8.pdf。（內政部消防署，消防白皮書（101 年版），頁 16-17。）

2.王保進，中文視窗版 SPSS 與行為科學研究，心理出版社，2006 年 3 月初版。

3.呂和樹，建築物火災人命危險度之評估-以居室用途為例，碩士論文，中央警察大學消防科學研究所，2000 年。

4.李立成，建築物火災避難行為與空間安全特性之研究，碩士論文，中央警察大學消防科學研究所，1998 年。

5.林元祥，建築物火災危險度評估與實證調查研究，中央警察大學出版社，2000 年初版。

6.林元祥，建築物消防安全特性與火災危險度關係之研究，中央警察大學學報第 40 期，2003 年。

7.林元祥，建築物特性與時空特性對逃生困難度的交互作用，災害防救學報第 8 期，2007 年。

8.柯志明、林元祥、黃瑞評，消防人員水災搶救能力之測量與分析-以台北市為例，中央警察大學警學叢刊第 42 卷第 1 期，2011 年。

9.張冠吾、林玨伶，消防隊之水源供給，消防月刊，2003 年。

10.陳政維，臺北市 5 層以下住宅建築物火災防範對策之研究，碩士論文，國立臺灣科技大學建築系，2014 年。

11.黃古彬、樓振宇、楊明季，應用層級評分法建構大型購物中心消防搶救管理策略-以高雄市漢神巨蛋購物中心為例，高雄市政府消防局委託研究案，2009 年。

12.黃建華，建築物火災財物損失影響因素及解釋模式之研究，碩士論文，中央警察大學消防科學研究所，2002 年。

13.黃建華、林元祥，被動性因子與火災危險度之分析，災害防救學報第 6 期，2005。

14.滅火手冊，上海科學技術出版社，1988 年。

15.熊光華，建築物火災危險及成本評估電腦模式適用性驗證研究，內政部建築研究所專題研究計畫成果報告，1999 年。
16.趙育德、林元祥、潘國雄，建築物種類、構造及消防安全設備對火災損失之影響-以臺中市為例，中央警察大學警學叢刊第 41 卷第 4 期，2011 年。
17.劉彩鑫，建築物火災消防搶救滅火效果之研究-以住宅用途為例，碩士論文，中央警察大學消防科學研究所，2001 年。
18.潘德倉，住宅火災人命安全評估方法之研究-以六層樓以上集合住宅為對象，碩士論文，中央警察大學消防科學研究所，1996 年。
19.潘國雄，台中市當前建築物消防安全問題之研究，中央警察大學學士論文，1995。
20.謝濠光，建築物火災風險因子建模之研究，中央警察大學消防科學研究所碩士論文，2013。

二、外文部分

1.東京消防廳，特定防火對象物的防災性能評價手法，1983 年。
2.Austin Anderson and Ofodike A. Ezekoye, “A comparative study assessing factors that influence home fire casualties and fatalities using state fire incident data”, Journal of Fire Protection Engineering,2013, 23(1): 51-75.
3.Chu G. Q., T. Chen, Sun Z. H., Sun J. H., Probabilistic risk assessment for evacuees in building fires, Building and Environment, 2007.
4.Chu Guanquan, Wang Jinhui, Wang Qigsong, Time-dependent fire risk assessment for occupant evacuation in public assembly buildings, Structural Safety 38, 2012.
5.Daniela Hanea, Ben Ale, Risk of human fatality in building fires: A decision tool using Bayesian networks, Fire Safety Journal 44, 2008.
6.Hao Cheng, George V. Hadjisophocleous, The modeling of fire spread in buildings by Bayesian network, Fire Safety Journal 44, 2009.
7.Hasofer A. M., Beck V. R. and Bennetts, I. D., Risk analysis in building fire safety engineering”, First Edition, *Elsevier Ltd.* pp.150-155, 2007.
8.Lin, Yuan-Shang, “Life risk analysis in residential building fires”, Journal of Fire Sciences, Vol. 22, pp. 491-504, Nov. 2004.
9.NFPA101, Life Safety Code, 2012 Edition.
10.Stefan Sardqvist and Goran Holmstedt, Correlation between firefighting operation

and fire area: Analysis of statistics, *Fire Technology*, 36:109-121, 2000.

11.Huang Yao-bo, Han Bing, Zhao Zhe, Research on assessment method of fire protection system, Procedia Engineering 11, 2011.

13.Paul Grimwood, Iain A. Sanderson, “The county/metro research into fire-fighting suppressive capacity and the impact on building fire damage at 45000 UK building fires, 2009-2012”, Fire Safety Journal, 2015, 71:238-247.

14.Security and loss prevention (Sixth Edition)-An introduction, 13-Life Safety, Fire Protection, and Emergencies, 2013, pp.363-400.

15.Waters John R., “Fire department response time vs. flashover”, Fire Engineering, Vol. 152, Issue 2, Feb. 1999, p.107.